

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Banyaknya variabel yang digunakan untuk menghitung jumlah angkutan sedimen tidak menjamin hasil yang didapat akan lebih tepat/sepurna.
2. Setiap parameter yang digunakan dalam setiap metode sangat mempengaruhi hasil perhitungan.
3. Perbandingan hasil perhitungan dari data 1 titik 1 dan 2 yang menggunakan metode Shield memperoleh hasil yakni 108,16 ((lb/s)/ft) dan 110,77 ((lb/s)/ft) dibandingkan dengan hasil dari metode Pacheco Ceballos pada titik 1 dan 2 yakni 71,7159 ((lb/s)/ft) dan 68,2818 ((lb/s)/ft). Hasil yang didapat memiliki perbandingan sekitar 1,6 : 1. Hal ini dapat disebabkan oleh karena kedua dari metode tersebut sama-sama menggunakan parameter diameter butiran, tegangan geser, tegangan geser kritis dan berat jenis air yang mengakibatkan hasil yang diperoleh cukup mendekati.
4. Perbandingan hasil perhitungan dari data 2 titik 1 sampai 3 dengan metode Yang dengan memperhitungkan sedimen memiliki hasil 4423,54319 ((lb/s)/ft), 2514,21242 ((lb/s)/ft) dan 2704,46014 ((lb/s)/ft). dibandingkan dengan perhitungan menggunakan metode Rottner yang memiliki hasil 24.773,3570 ((lb/s)/ft), 27.521,7553 ((lb/s)/ft) dan 35.239,3742 ((lb/s)/ft). Hasil yang didapat terlihat cukup terpaut jauh dengan perbandingan sekitar 1:9 setiap titiknya. Hal ini disebabkan karena parameter yang sama hanya d_{50} dan parameter lainnya berbeda sehingga menyebabkan hasil yang didapat terpaut jauh.
5. Perbandingan dari hasil perhitungan pada data 3 di titik 1 sampai 5 menggunakan metode Einsten yang memiliki hasil sebesar 56,6408 ((lb/s)/ft), 39,8408 ((lb/s)/ft), 67,56379 ((lb/s)/ft), 68,0819 ((lb/s)/ft) dan 88,5681 ((lb/s)/ft) dengan hasil perhitungan dari metode Chang Simons dan Richardson yang memiliki hasil 43,1865 ((lb/s)/ft), 27,3739 ((lb/s)/ft), 27,1568 ((lb/s)/ft), 34,0883 ((lb/s)/ft), dan 35,0643 ((lb/s)/ft). Hasil dari metode Einsten dan metode Chang Simons dan Richardson ini hampir mendekati atau bila dirata-rata memiliki perbandingan sekitar 2:1. Walaupun parameter yang digunakan berbeda pada masing-masing metodenya seperti pada metode Einsten yang berfokus pada parameter diameter butiran tak berdimensi, viskositas, koefisien

transport sedimen, angkutan sedimen, konsentrasi angkutan sedimen, debit sungai dan lebar sungai namun hasil yang didapatkan cukup mendekati dengan metode Chang Simons dan Richardson yang berfokus pada parameter tegangan geser, kecepatan alir dan koefisien Kt.

6. Dari beberapa perbedaan hasil di atas, bila dibandingkan dengan metode Pacheco Ceballos, metode Duboy, metode Rottner dan metode Chang, Simon dan Richardson memiliki perbandingan yang cukup jauh pada setiap perhitungannya yakni metode Pacheco Ceballos berbanding 1: 0,002 terhadap metode Chang Simon & Richardson, berbanding 1:0,215 terhadap metode Rottner dan berbanding 1:0,117 terhadap metode Duboy.
7. Perbedaan antar metodenya yakni pada metode Duboy lebih memfokuskan pada parameter tegangan geser, lalu pada metode Rottner melibatkan parameter berat jenis sedimen kemudian pada metode Pacheco Ceballos melibatkan parameter kemiringan saluran dan jika metode Chang Simons & Richardson lebih memfokuskan pada parameter Kt.
8. Perbedaan hasil antar metodenya juga dipengaruhi oleh perbedaan penafsiran grafik ketika akan mencari suatu parameter. Walaupun perbedaan yang terjadi mungkin hanya sedikit dalam beberapa desimal namun hal tersebut akan berpengaruh besar ketika parameter tersebut sudah diolah dalam rumus dan menemukan hasil.
9. Berdasarkan penelitian dari data 1, hasil perhitungan dengan metode Shield dinyatakan paling mendekati hasil di lapangan dan memiliki perbandingan 1 : 2 dengan hasil perhitungan dari metode Pacheco Ceballos maka metode Pacheco Ceballos merupakan metode yang paling mendekati hasil di lapangan daripada metode Duboy, metode Rottner, dan metode Chang, Simons dan Richardson yang dikaji pada penelitian ini.

5.2 Saran

1. Mengumpulkan banyak variabel akan memudahkan untuk menghitung ke dalam metode yang digunakan.
2. Menambah titik lokasi tinjau akan memudahkan perhitungan untuk mendapatkan hasil yang semakin spesifik.
3. Hasil dari perhitungan dari metode yang digunakan yang memiliki hasil yang mendekati di lapangan dapat digunakan untuk membantu pengerukan sedimen pada sungai yang diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwas, M, 1994. Bentuk Muka Bumi, [http:// elcom.umy.ac. id/elschool /muallimin_muhammadiyah /file. php/1/materi/Geografi /Bentuk%20 muka%20bumi. Pdf](http://elcom.umy.ac.id/elschool/muallimin_muhammadiyah/file.php/1/materi/Geografi/Bentuk%20muka%20bumi.Pdf), diakses pada tanggal 24 September 2018
- Arsyad, 2010. Sedimentasi Tanah, [https://sinta.unud.ac.id/uploads/wisuda/ 1190471012-3-3.%20BAB%20II.pdf](https://sinta.unud.ac.id/uploads/wisuda/1190471012-3-3.%20BAB%20II.pdf) diakses pada 24 September 2018.
- Asdak, Chay. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Batlayeri, Edi. 2019. *Analisis Angkutan Sedimen Dasar (Bed Load) di Sungai Code, Gowongan, Jetis, Kota Yogyakarta*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Bella, Resnie. 2014. *Analisis Perhitungan Muatan Sedimen (Bed Load) pada Muara Sungai Lilin, Palembang*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Priyantoro, Dwi. 1987. *Teknik Pengangkutan Sedimen*. Malang: HMP Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Suyono & Tominaga. 1985. Muatan yang melayang dalam air, <https://repository. umy.ac.id/bitstream/handle /123456789/15412/6.%20BAB%20II.pdf?> diakses pada 24 September 2018.
- Tonapa, Absi. 2018. *Kajian Laju Sedimentasi Sungai Progo di Ruas Desa Trimurti sampai Desa Jatirejo*. Yogyakarta: Universitas Atmajaya Yogyakarta
- Usman. 2014. *ANALISIS SEDIMENTASI PADA MUARA SUNGAI KOMERING KOTA PALEMBANG*. Palembang, Indonesia: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Sriwijaya.
- Yang, Chih Ted. 1996. *Sediment Transport Theory and practice*. Singapore: The Mc Graw-Hill Companies, Inc.



Lampiran

Lampiran 1

Grafik Untuk Mencari Nilai τ_c :

Keterangan:

Data 1:

Titik 1 —

Titik 2 —

Data 2:

Titik 1 —

Titik 2 —

Titik 3 —

Data 3:

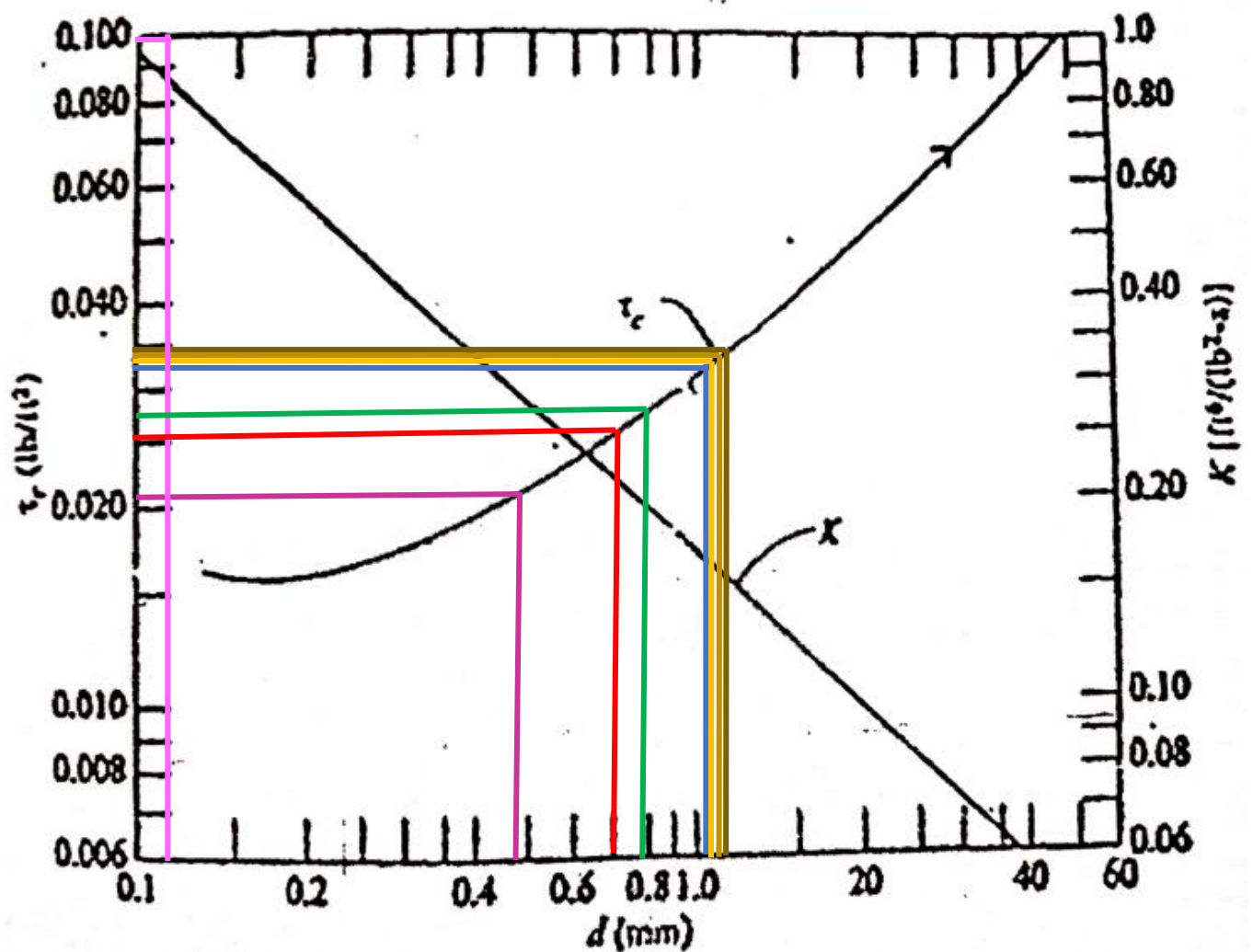
Titik 1 —

Titik 2 —

Titik 3 —

Titik 4 —

Titik 5 —



Sumber : *Sediment Transport*, Chih Ted Yang 1996 halaman 93

Lampiran 2

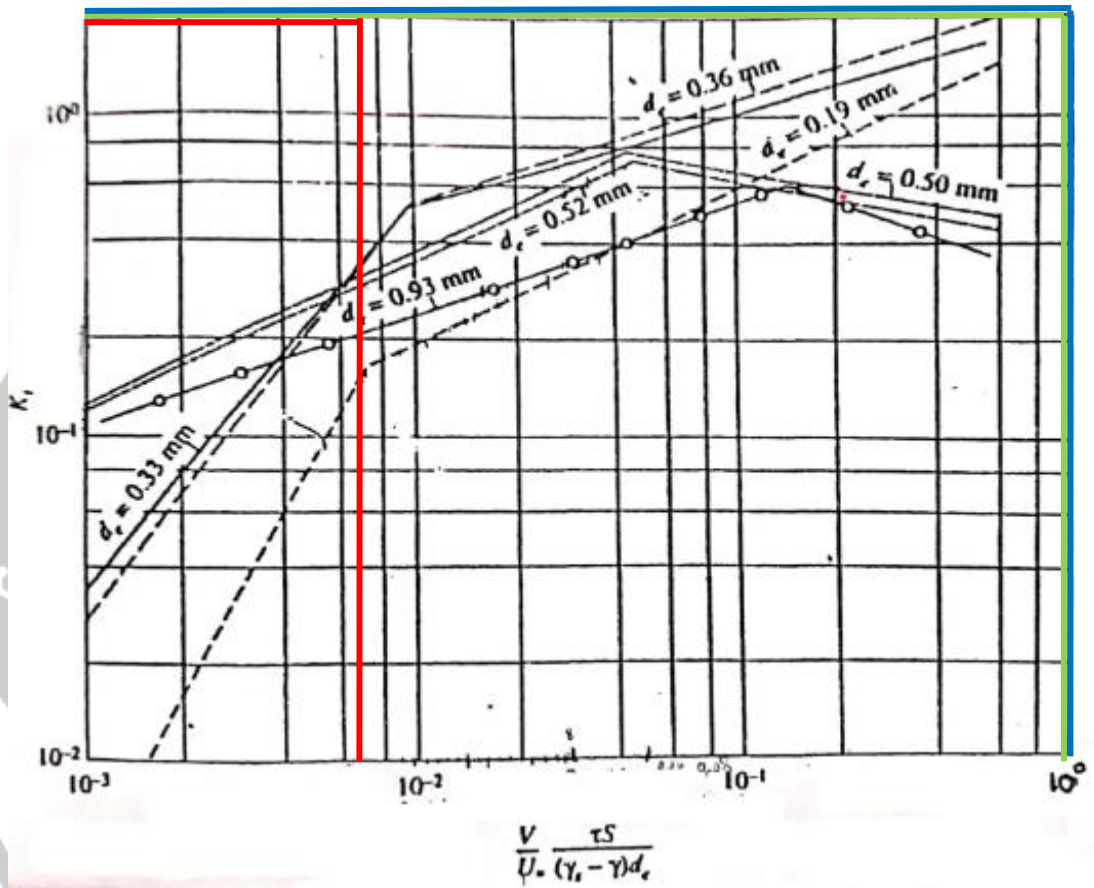
Grafik untuk mencari nilai K_t

Keterangan:

Data 1 —

Data 2 —

Data 3 —



Sumber : *Sediment Transport*, Chih Ted Yang 1996 halaman 95

Lampiran 3

Grafik untuk mencari Kecepatan Jatuh

Keterangan:

Data 1:

Titik 1 —

Titik 2 —

Data 2:

Titik 1 —

Titik 2 —

Titik 3 —

Data 3:

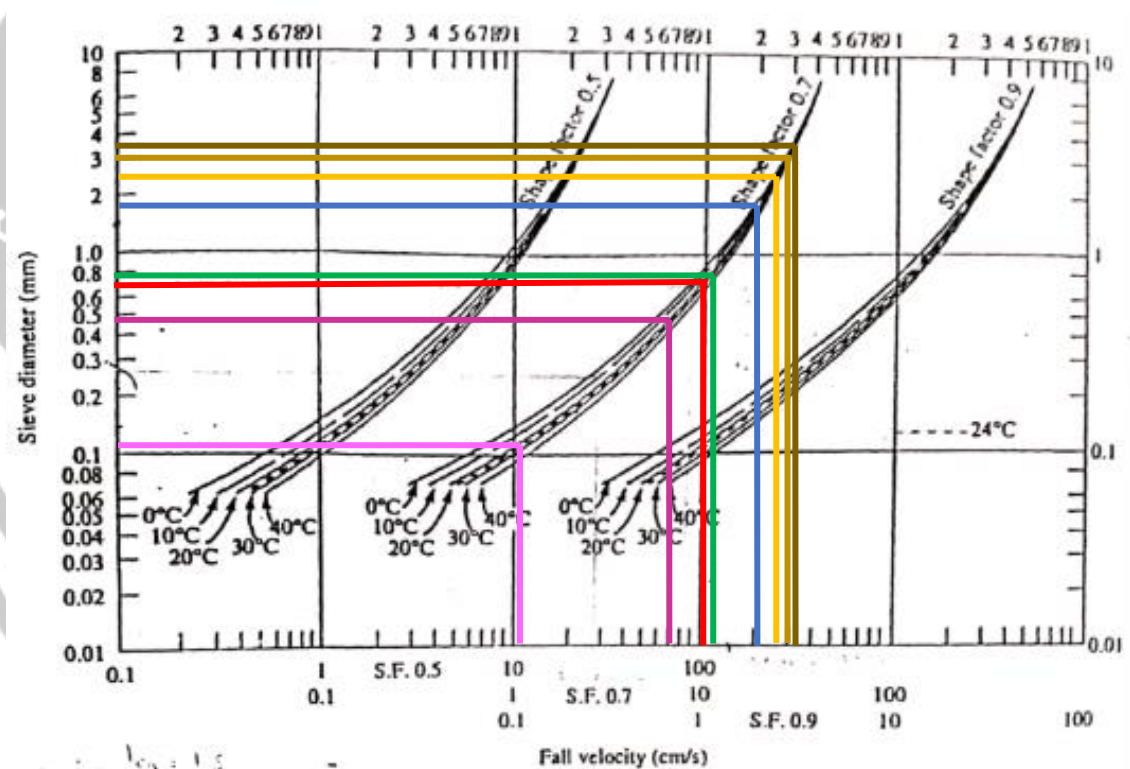
Titik 1 —

Titik 2 —

Titik 3 —

Titik 4 —

Titik 5 —



Sumber: *Sediment Transport*, Chih Ted Yang 1996 halaman 10

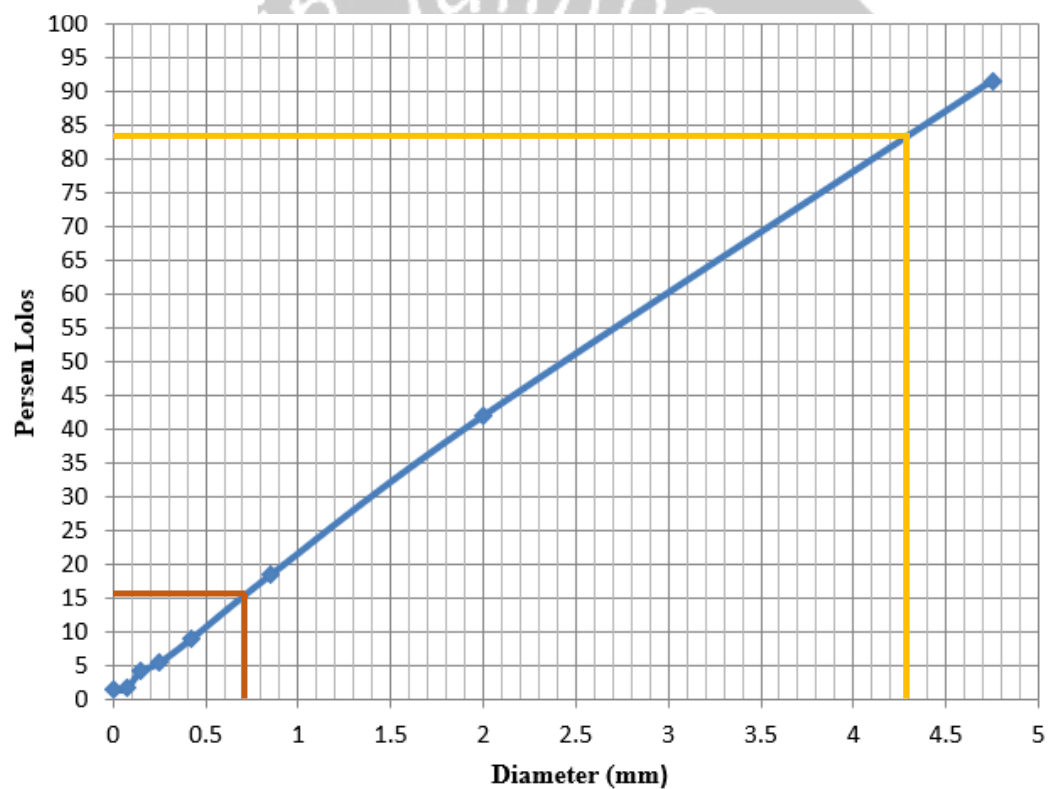
Lampiran 4

Grafik Analisis Saringan Data 1 (mencari d_{16} dan d_{84})

Keterangan:

d_{16} —

d_{84} —



Sumber: Skripsi Risnie Bella

Lampiran 5

Lanjutan perhitungan

Metode DuBoy

Contoh perhitungan angkutan sedimen dengan metode DuBoy :

Data yang diketahui dari:

a. Dari Data 1 titik 2

Diameter butiran (d_{50}) = 2,42 mm

$$\text{Tegangan geser } (\tau) = 2,42 \quad \text{lb/ft}^2$$

$$\text{Tegangan geser kritis } (\tau_c) = 0,034 \quad \text{lb/ft}^2$$

Penyelesaian :

$$qb = \frac{0.173}{d_{50}^{0,75}} \tau (\tau - \tau_c)$$

$$qb = \frac{0,173}{2,42^{0,75}} \times 2,42 \times (2,42 - 0,034) \times 2,65 \times 62,4$$

$$qb = 85,13062 \left(\frac{\text{lb}}{\text{s}} \right) / ft$$

b. Dari Data 2 titik 2

$$\text{Diameter butiran } (d_{50}) = 3,5399 \quad \text{mm}$$

$$\text{Tegangan geser } (\tau) = 33,44141 \quad \text{lb/ft}^2$$

$$\text{Tegangan geser kritis } (\tau_c) = 0,0348 \quad \text{lb/ft}^2$$

Penyelesaian :

$$qb = \frac{0.173}{d_{50}^{0,75}} \tau (\tau - \tau_c)$$

$$qb = \frac{0,173}{3,5399^{0,75}} \times 33,44141 \times (33,44141 - 0,0348) \times 2,65 \times 62,4$$

$$qb = 12.383,5714 \left(\frac{\text{lb}}{\text{s}} \right) / ft$$

c. Dari Data 2 titik 3

$$\text{Diameter butiran } (d_{50}) = 3,2699 \quad \text{mm}$$

$$\text{Tegangan geser } (\tau) = 33,44141 \quad \text{lb/ft}^2$$

$$\text{Tegangan geser kritis } (\tau_c) = 0,0345 \quad \text{lb/ft}^2$$

Penyelesaian :

$$qb = \frac{0.173}{d_{50}^{0,75}} \tau (\tau - \tau_c)$$

$$qb = \frac{0,173}{3,2699^{0,75}} \times 33,44141 \times (33,44141 - 0,0345) \times 2,65 \times 62,4$$

$$qb = 13.143,0786 \left(\frac{\text{lb}}{\text{s}} \right) / ft$$

d. Dari Data 3 pada titik 2

$$\text{Diameter butiran } (d_{50}) = 0,1295 \quad \text{mm}$$

$$\text{Tegangan geser } (\tau) = 5,4909 \text{ lb/ft}^2$$

$$\text{Tegangan geser kritis } (\tau_c) = 0,1 \text{ lb/ft}^2$$

Penyelesaian :

$$qb = \frac{0.173}{d_{50}^{0.75}} \tau (\tau - \tau_c)$$

$$qb = \frac{0.173}{0.1295^{0.75}} \times 542,351631 \times (5,4909 - 0,017) \times 2,65 \times 62,4$$

$$qb = 3.921,8086 \left(\frac{\text{lb}}{\text{s}}\right)/ft$$

e. Dari Data 3 pada titik 3

$$\text{Diameter butiran } (d_{50}) = 0,6965 \text{ mm}$$

$$\text{Tegangan geser } (\tau) = 5,3737 \text{ lb/ft}^2$$

$$\text{Tegangan geser kritis } (\tau_c) = 0,0255 \text{ lb/ft}^2$$

Penyelesaian :

$$qb = \frac{0.173}{d_{50}^{0.75}} \tau (\tau - \tau_c)$$

$$qb = \frac{0.173}{0.6965^{0.75}} \times 542,351631 \times (5,3737 - 0,0255) \times 2,65 \times 62,4$$

$$qb = 1.078,4035 \left(\frac{\text{lb}}{\text{s}}\right)/ft$$

f. Dari Data 3 pada titik 4

$$\text{Diameter butiran } (d_{50}) = 0,4926 \text{ mm}$$

$$\text{Tegangan geser } (\tau) = 6,7348 \text{ lb/ft}^2$$

$$\text{Tegangan geser kritis } (\tau_c) = 0,0215 \text{ lb/ft}^2$$

Penyelesaian :

$$qb = \frac{0.173}{d_{50}^{0.75}} \tau (\tau - \tau_c)$$

$$qb = \frac{0.173}{0.4926^{0.75}} \times 542,351631 \times (6,7348 - 0,0215) \times 2,65 \times 62,4$$

$$qb = 2.199,8324 \left(\frac{\text{lb}}{\text{s}}\right)/ft$$

g. Dari Data 3 pada titik 5

$$\text{Diameter butiran } (d_{50}) = 0,7876 \text{ mm}$$

$$\text{Tegangan geser } (\tau) = 6,933 \text{ lb/ft}^2$$

$$\text{Tegangan geser kritis } (\tau_c) = 0,0275 \quad \text{lb/ft}^2$$

Penyelesaian :

$$qb = \frac{0.173}{d_{50}^{0.75}} \tau (\tau - \tau_c)$$

$$qb = \frac{0,173}{0,7876^{0.75}} \times 542,351631 \times (6,933 - 0,0275) \times 2,65 \times 62,4$$

$$qb = 1.638,1685 \left(\frac{lb}{s}\right)/ft$$

Metode Rottner

Contoh perhitungan angkutan sedimen dengan metode Rottner :

Data yang diketahui:

a. Dari Data 1 titik 2

Diameter butiran (d_{50})	= 0,00794	ft
Masa jenis (ζ)	= 2,65	
Berat jenis sedimen (γ_s)	= 164,83	lb / ft ³
Kecepatan rata-rata (V)	= 0,55777	ft/s
Gravitasi (g)	= 62,4	ft/s ²
Kedalaman rata-rata (D)	= 7,38	ft

Penyelesaian :

$$qb = \gamma_s ((\zeta_s - 1) g D)^{\frac{1}{2}} \times \left\{ \frac{V}{[(\zeta_s - 1) g D]^{1/2}} \left[0.667 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} + 0.14 \right] - 0.778 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^3$$

$$qb = 164,83 ((2,65 - 1) 62,4 \times 7,38)^{\frac{1}{2}} \times \left\{ \frac{0,55777}{[(2,65 - 1) 62,4 \times 7,38]^{1/2}} \left[0.667 \left(\frac{0,00794}{7,38} \right)^{\frac{2}{3}} + 0.14 \right] - 0.778 \left(\frac{0,00794}{7,38} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^3$$

$$qb = 993,6538554 \left(\frac{lb}{s}\right)/ft$$

b. Dari Data 2 titik 2

Diameter butiran (d_{50})	= 0,01161	ft
Masa jenis (ζ)	= 2,65	
Berat jenis sedimen (γ_s)	= 178,571	lb / ft ³
Kecepatan rata-rata (V)	= 10,33724	ft/s
Gravitasi (g)	= 62,4	ft/s ²
Kedalaman rata-rata (D)	= 9,744	ft

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 qb &= \gamma_s ((\zeta_s - 1)gD)^{\frac{1}{2}} \times \left\{ \frac{v}{[(\zeta_s - 1)gD]^{\frac{1}{2}}} \left[0.667 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} + 0.14 \right] - \right. \\
 &\quad \left. 0.778 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^3 \\
 qb &= 178,571 ((2,65 - 1)62,4 \times 9,744)^{\frac{1}{2}} \\
 &\quad \times \left\{ \frac{10,33724}{[(2,65 - 1)62,4 \times 9,744]^{\frac{1}{2}}} \left[0.667 \left(\frac{0,01161}{9,744} \right)^{\frac{2}{3}} + 0.14 \right] \right. \\
 &\quad \left. - 0.778 \left(\frac{0,01161}{9,744} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^3 \\
 qb &= 24.773,35703 \left(\frac{lb}{s} \right) / ft
 \end{aligned}$$

c. Dari Data 2 titik 3

Diameter butiran (d_{50})	= 0,01073	ft
Masa jenis (ζ)	= 2,65	
Berat jenis sedimen (γ_s)	= 182,014	lb / ft ³
Kecepatan rata-rata (V)	= 12,89524	ft/s
Gravitasi (g)	= 62,4	ft/s ²
Kedalaman rata-rata (D)	= 9,744	ft

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 qb &= \gamma_s((\zeta_s - 1)gD)^{\frac{1}{2}} \times \left\{ \frac{v}{[(\zeta_s - 1)gD]^{\frac{1}{2}}} \left[0.667 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} + 0.14 \right] - \right. \\
 &\quad \left. 0.778 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^3 \\
 qb &= 182,014((2,65 - 1)62,4 \times 9,744)^{\frac{1}{2}} \\
 &\quad \times \left\{ \frac{12,89524}{[(2,65 - 1)62,4 \times 9,744]^{\frac{1}{2}}} \left[0.667 \left(\frac{0,01073}{9,744} \right)^{\frac{2}{3}} + 0.14 \right] \right. \\
 &\quad \left. - 0.778 \left(\frac{0,01073}{9,744} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^3 \\
 qb &= 35.239,37416 \left(\frac{lb}{s} \right) / ft
 \end{aligned}$$

d. Dari Data 3 titik 2:

Diameter butiran (d_{50})	= 0,00043	ft
Masa jenis (ζ)	= 2,65	
Berat jenis sedimen (γ_s)	= 188,37473	lb / ft ³
Kecepatan rata-rata (V)	= 5,077756	ft/s
Gravitasi (g)	= 62,4	ft/s ²
Kedalaman rata-rata (D)	= 9,67946	ft

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 qb &= \gamma_s((\zeta_s - 1)gD)^{\frac{1}{2}} \times \left\{ \frac{v}{[(\zeta_s - 1)gD]^{\frac{1}{2}}} \left[0.667 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} + 0.14 \right] - \right. \\
 &\quad \left. 0.778 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 qb &= 188,37473 \left((2,65 - 1)62,4 \times 9,67946 \right)^{\frac{1}{2}} \\
 &\times \left\{ \frac{5,077756}{[(2,65 - 1)62,4 \times 9,67946]^{\frac{1}{2}}} \left[0,667 \left(\frac{0,00043}{9,67946} \right)^{\frac{2}{3}} \right. \right. \\
 &\left. \left. + 0,14 \right] - 0,778 \left(\frac{0,00043}{9,67946} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^3 \\
 qb &= 13894,88041 \left(\frac{lb}{s} \right) / ft
 \end{aligned}$$

e. Dari Data 3 titik 3:

Diameter butiran (d_{50})	= 0,00229	ft
Masa jenis (ζ)	= 2,65	
Berat jenis sedimen (γ_s)	= 183,85023	lb / ft ³
Kecepatan rata-rata (V)	= 5,077756	ft/s
Gravitasi (g)	= 62,4	ft/s ²
Kedalaman rata-rata (D)	= 9,47277	ft
Penyelesaian :		

$$\begin{aligned}
 qb &= \gamma_s ((\zeta_s - 1)gD)^{\frac{1}{2}} \\
 &\times \left\{ \frac{V}{[(\zeta_s - 1)gD]^{\frac{1}{2}}} \left[0,667 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} + 0,14 \right] \right. \\
 &\left. - 0,778 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^3 \\
 qb &= 183,85023 ((2,65 - 1)62,4 \times 9,47277)^{\frac{1}{2}} \\
 &\times \left\{ \frac{5,077756}{[(2,65 - 1)62,4 \times 9,47277]^{\frac{1}{2}}} \left[0,667 \left(\frac{0,00229}{9,47277} \right)^{\frac{2}{3}} \right. \right. \\
 &\left. \left. + 0,14 \right] - 0,778 \left(\frac{0,00229}{9,47277} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^3
 \end{aligned}$$

$$qb = 13273.66425 \left(\frac{lb}{s} \right) / ft$$

f. Dari Data 3 titik 4:

Diameter butiran (d_{50})	= 0,00162	ft
Masa jenis (ζ)	= 2,65	
Berat jenis sedimen (γ_s)	= 181,48	lb / ft ³
Kecepatan rata-rata (V)	= 5,077756	ft/s
Gravitasi (g)	= 62,4	ft/s ²
Kedalaman rata-rata (D)	= 11,87205	ft

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 qb &= \gamma_s ((\zeta_s - 1)gD)^{\frac{1}{2}} \times \left\{ \frac{V}{[(\zeta_s - 1)gD]^{\frac{1}{2}}} \left[0.667 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} + 0.14 \right] - \right. \\
 &\quad \left. 0.778 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^3 \\
 qb &= 181,48 ((2,65 - 1)62,4 \times 11,87205)^{\frac{1}{2}} \\
 &\quad \times \left\{ \frac{5,077756}{[(2,65 - 1)62,4 \times 11,87205]^{\frac{1}{2}}} \left[0.667 \left(\frac{0,00162}{11,87205} \right)^{\frac{2}{3}} + 0.14 \right] \right. \\
 &\quad \left. - 0.778 \left(\frac{0,00162}{11,87205} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^3 \\
 qb &= 16220.62469 \left(\frac{lb}{s} \right) / ft
 \end{aligned}$$

g. Dari Data 3 titik 5:

Diameter butiran (d_{50})	= 0,00258	ft
Masa jenis (ζ)	= 2,65	
Berat jenis sedimen (γ_s)	= 157,83629	lb / ft ³
Kecepatan rata-rata (V)	= 5,077756	ft/s
Gravitasi (g)	= 62,4	ft/s ²
Kedalaman rata-rata (D)	= 12,22146	ft

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 qb &= \gamma_s ((\zeta_s - 1)gD)^{\frac{1}{2}} \times \left\{ \frac{V}{[(\zeta_s - 1)gD]^{\frac{1}{2}}} \left[0.667 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} + 0.14 \right] - \right. \\
 &\quad \left. 0.778 \left(\frac{d_{50}}{D} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^3 \\
 qb &= 157,83629 ((2,65 - 1)62,4 \times 12,22146)^{\frac{1}{2}} \\
 &\quad \times \left\{ \frac{5,077756}{[(2,65 - 1)62,4 \times 12,22146]^{\frac{1}{2}}} \left[0.667 \left(\frac{0,00258}{12,22146} \right)^{\frac{2}{3}} \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. + 0.14 \right] - 0.778 \left(\frac{0,00258}{12,22146} \right)^{\frac{2}{3}} \right\}^3 \\
 qb &= 13595.41779 \left(\frac{lb}{s} \right) / ft
 \end{aligned}$$

Metode Pacheco Ceballos

Contoh perhitungan angkutan sedimen dengan metode Pacheco Ceballos:

a. Dari Data 1 di titik 2

Data yang diketahui:

Diameter butiran	= 0,00794 ft
Berat jenis air (γ)	= 62,4 lb/ft ³
Tegangan geser (τ)	= 2,42 lb/ft ²
Tegangan geser kritis (τ_c)	= 0,034 lb/ft ²
Kecepatan rata-rata (V)	= 0,55777 ft/s
Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,00554
Kedalaman rata-rata (D)	= 7,38 ft

Penyelesaian :

$$qb = \frac{3.76}{\Delta d} \cdot \frac{\tau - \tau_c}{\gamma} V S D$$

$$qb = \frac{3.76}{0,00794} \times \frac{2,42 - 0,034}{62,4} 0,55777 \times 0,00554 \times 7,38 \times 2,65$$

$$\times 62,4$$

$$qb = 68,2818 \left(\frac{lb}{s}\right)/ft$$

b. Dari Data 2 titik 2

Data yang diketahui:

Diameter butiran	= 0,01161	ft
Berat jenis air (γ)	= 62,4	lb/ft ³
Tegangan geser (τ)	= 33,441408	lb/ft ²
Tegangan geser kritis (τ_c)	= 0,0348	lb/ft ²
Kecepatan rata-rata (V)	= 10,33724	ft/s
Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,055	
Kedalaman rata-rata (D)	= 9,744	ft

Penyelesaian :

$$qb = \frac{3.76}{\Delta d} \cdot \frac{\tau - \tau_c}{\gamma} V S D$$

$$qb = \frac{3.76}{0,01161} \times \frac{33,441408 - 0,0348}{62,4} 10,33724 \times 0,055 \times 9,744$$

$$\times 2,65 \times 62,4$$

$$qb = 158.777,3814 \left(\frac{lb}{s}\right)/ft$$

c. Dari Data 2 titik 3

Data yang diketahui:

Diameter butiran	= 0,01073	ft
Berat jenis air (γ)	= 62,4	lb/ft ³
Tegangan geser (τ)	= 33,441408	lb/ft ²
Tegangan geser kritis (τ_c)	= 0,0345	lb/ft ²
Kecepatan rata-rata (V)	= 12,89524	ft/s

Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,055	
Kedalaman rata-rata (D)	= 9,744	ft

Penyelesaian :

$$qb = \frac{3.76}{\Delta d} \cdot \frac{\tau - \tau_c}{\gamma} V S D$$

$$qb = \frac{3.76}{0,01073} \times \frac{33,441408 - 0,0345}{62,4} 12,89524 \times 0,055 \times 9,744 \times 2,65 \times 62,4$$

$$qb = 214427,5476 \left(\frac{lb}{s}\right)/ft$$

d. Dari Data 3 titik 2

Data yang diketahui:

Diameter butiran	= 0,00043	ft
Berat jenis air (γ)	= 62,4	lb/ft ³
Tegangan geser (τ)	= 5,4909	lb/ft ²
Tegangan geser kritis (τ_c)	= 0,017	lb/ft ²
Kecepatan rata-rata (V)	= 5,077756	ft/s
Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,009091	
Kedalaman rata-rata (D)	= 9,67946	ft

Penyelesaian :

$$qb = \frac{3.76}{\Delta d} \cdot \frac{\tau - \tau_c}{\gamma} V S D$$

$$qb = \frac{3.76}{0,001646} \times \frac{5,4909 - 0,1}{62,4} 5,077756 \times 0,009091 \times 9,67946 \times 2,65 \times 62,4$$

$$qb = 56.473,5092 \left(\frac{lb}{s}\right)/ft$$

e. Dari Data 3 titik 3

Data yang diketahui:

Diameter butiran	= 0,00229	ft
Berat jenis air (γ)	= 62,4	lb/ft ³

$$\text{Tegangan geser } (\tau) = 5,3737 \quad \text{lb/ft}^2$$

$$\text{Tegangan geser kritis } (\tau_c) = 0,0255 \quad \text{lb/ft}^2$$

$$\text{Kecepatan rata-rata } (V) = 5,077756 \quad \text{ft/s}$$

$$\text{Kemiringan dasar saluran } (S) = 0,009091$$

$$\text{Kedalaman rata-rata } (D) = 9,47277 \quad \text{ft}$$

Penyelesaian :

$$qb = \frac{3.76}{4d} \cdot \frac{\tau - \tau_c}{\gamma} V S D$$

$$qb = \frac{3.76}{0,00229} \times \frac{5,3737 - 0,0255}{62,4} 5,077756 \times 0,009091 \times 9,47277 \\ \times 2,65 \times 62,4$$

$$qb = 10.198,0083 \left(\frac{\text{lb}}{\text{s}}\right)/\text{ft}$$

f. Dari data 3 titik 4

Data yang diketahui:

$$\text{Diameter butiran} = 0,001646 \quad \text{ft}$$

$$\text{Berat jenis air } (\gamma) = 62,4 \quad \text{lb/ft}^3$$

$$\text{Tegangan geser } (\tau) = 6,7348 \quad \text{lb/ft}^2$$

$$\text{Tegangan geser kritis } (\tau_c) = 0,0215 \quad \text{lb/ft}^2$$

$$\text{Kecepatan rata-rata } (V) = 5,077756 \quad \text{ft/s}$$

$$\text{Kemiringan dasar saluran } (S) = 0,009091$$

$$\text{Kedalaman rata-rata } (D) = 11,87205 \quad \text{ft}$$

Penyelesaian :

$$qb = \frac{3.76}{4d} \cdot \frac{\tau - \tau_c}{\gamma} V S D$$

$$qb = \frac{3.76}{0,001646} \times \frac{6,7348 - 0,0215}{62,4} 5,077756 \times 0,009091 \times 11,87205 \times \\ 2,65 \times 62,4$$

$$qb = 22.684,7957 \left(\frac{\text{lb}}{\text{s}}\right)/\text{ft}$$

g. Dari Data 3 titik 5

Data yang diketahui:

$$\text{Diameter butiran} = 0,00258 \quad \text{ft}$$

Berat jenis air (γ)	= 62,4	lb/ft ³
Tegangan geser (τ)	= 6,9330	lb/ft ²
Tegangan geser kritis (τ_c)	= 0,0275	lb/ft ²
Kecepatan rata-rata (V)	= 5,077756	ft/s
Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,009091	
Kedalaman rata-rata (D)	= 12,22146	ft

Penyelesaian :

$$qb = \frac{3.76}{\Delta d} \cdot \frac{\tau - \tau_c}{\gamma} V S D$$

$$qb = \frac{3.76}{0,00258} \times \frac{6,9330 - 0,0275}{62,4} 5,077756 \times 0,009091 \times 12,22146 \times 2,65 \times 62,4$$

$$qb = 15.022,4596 \left(\frac{lb}{s}\right)/ft$$

Pendekatan Chang, Simons, dan Richardson

Contoh perhitungan angkutan sedimen dengan pendekatan Chang, Simons, dan Richardson:

Data yang diketahui:

a. Dari Data 1 titik 2

Kecepatan rata-rata (V)	= 0,55777	ft/s
Kecepatan Geser (U*)	= 1,25	ft/s
Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,00554	
Tegangan geser (τ)	= 2,42	lb/ft ²
Tegangan geser kritis (τ_c)	= 0,034	lb/ft ²
Diameter butiran (d)	= 0,00794	ft
Berat jenis air (γ)	= 62,4	lb/ft ³
Berat jenis sedimen (γ_s)	= 164,83	lb / ft ³
D ₈₄ (dari lampiran 4)	= 4,3	mm
D ₁₆ (dari lampiran 4)	= 0,7	mm
ω_{50} (dari lampiran 3)	= 0,028	m/s
d _e (tidak terdapat dalam grafik)	= 0,1549	mm

K_t = 1 (dari lampiran 2)

Penyelesaian :

$$qb = K_t \times V \times (\tau - \tau_c)$$

$$qb = 1 \times 0,55777 \times (2,54 - 0,034)$$

$$qb = 1,33084 \left(\frac{lb}{s}\right)/ft$$

b. Dari Data 2 titik 2

Diketahui:

Kecepatan rata-rata (V)	= 10,33724	ft/s
Kecepatan Geser (U*)	= 0,98404	ft/s
Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,055	
Tegangan geser (τ)	= 33,441408	lb/ft ²
Tegangan geser kritis (τ_c)	= 0,0348	lb/ft ²
Diameter butiran (d)	= 0,01161	ft
Berat jenis air (γ)	= 62,4	lb/ft ³
Berat jenis sedimen (γ_s)	= 178,571	lb / ft ³
X	= 14,3206	
K_t	= 1	(dari lampiran 2)

Penyelesaian :

$$qb = K_t \times V \times (\tau - \tau_c)$$

$$qb = 1 \times 10,33724 \times (33,441408 - 0,0348)$$

$$qb = 345,332 \left(\frac{lb}{s}\right)/ft$$

c. Dari Data 2 titik 3

Diketahui:

Kecepatan rata-rata (V)	= 12,89524	ft/s
Kecepatan Geser (U*)	= 0,98404	ft/s
Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,055	

Tegangan geser (τ)	= 33,441408	lb/ft ²
Tegangan geser kritis (τ_c)	= 0,0345	lb/ft ²
Diameter butiran (d)	= 0,01073	ft
Berat jenis air (γ)	= 62,4	lb/ft ³
Berat jenis sedimen (γ_s)	= 182,014	lb / ft ³
X	= 18,7829	
Kt	= 1	(dari lampiran 2)

Penyelesaian :

$$qb = Kt \times V \times (\tau - \tau_c)$$

$$qb = 1 \times 12,89524 \times (33,441408 - 0,0345)$$

$$qb = 430,79 \left(\frac{lb}{s}\right)/ft$$

d. Dari Data 3 titik 2

Diketahui:

Kecepatan rata-rata (V)	= 5,077756	ft/s
Kecepatan Geser (U*)	= 1,39701	ft/s
Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,009091	
Tegangan geser (τ)	= 5,4909	lb/ft ²
Tegangan geser kritis (τ_c)	= 0,017	lb/ft ²
Diameter butiran (d)	= 0,00043	ft
Berat jenis air (γ)	= 62,4	lb/ft ³
Berat jenis sedimen (γ_s)	= 185,700	lb / ft ³
X	= 8,9806	
Kt	= 1	(dari lampiran 2)

Penyelesaian :

$$qb = Kt \times V \times (\tau - \tau_c)$$

$$qb = 1 \times 5,077756 \times (5,4909 - 0,1)$$

$$qb = 27,3739 \left(\frac{lb}{s}\right)/ft$$

e. Dari Data 3 titik 3

Diketahui:

Kecepatan rata-rata (V)	= 5,077756	ft/s
Kecepatan Geser (U*)	= 1,37178	ft/s
Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,009091	
Tegangan geser (τ)	= 5,3737	lb/ft ²
Tegangan geser kritis (τ_c)	= 0,0255	lb/ft ²
Diameter butiran (d)	= 0,00229	ft
Berat jenis air (γ)	= 62,4	lb/ft ³
Berat jenis sedimen (γ_s)	= 183,85023	lb / ft ³
X	= 1,7268	
Kt	= 1	(dari lampiran

2)

Penyelesaian :

$$qb = Kt \times V \times (\tau - \tau_c)$$

$$qb = 1 \times 5,077756 \times (5,3737 - 0,0255)$$

$$qb = 27,1568 \left(\frac{lb}{s}\right)/ft$$

f. Dari Data 3 titik 4

Diketahui:

Kecepatan rata-rata (V)	= 5,077756	ft/s
Kecepatan Geser (U*)	= 1,76541893	ft/s
Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,009091	
Tegangan geser (τ)	= 6,7348	lb/ft ²
Tegangan geser kritis (τ_c)	= 0,0215	lb/ft ²
Diameter butiran (d)	= 15,0315	ft
Berat jenis air (γ)	= 62,4	lb/ft ³
Berat jenis sedimen (γ_s)	= 185,700	lb / ft ³
X	= 2,6369	
Kt	= 1	(dari lampiran

2)

Penyelesaian :

$$qb = Kt \times V \times (\tau - \tau_c)$$

$$qb = 1 \times 5,077756 \times (6,7348 - 0,0215)$$

$$qb = 34,0883 \left(\frac{lb}{s}\right)/ft$$

g. Dari Data 3 titik 5

Diketahui:

Kecepatan rata-rata (V)	= 5,077756	ft/s
Kecepatan Geser (U*)	= 1,76541893	ft/s
Kemiringan dasar saluran (S)	= 0,009091	
Tegangan geser (τ)	= 6,9330	lb/ft ²
Tegangan geser kritis (τ_c)	= 0,0275	lb/ft ²
Diameter butiran (d)	= 15,0315	ft
Berat jenis air (γ)	= 62,4	lb/ft ³
Berat jenis sedimen (γ_s)	= 185,700	lb / ft ³
X	= 2,0786	
Kt	= 1	(dari lampiran 2)

Penyelesaian :

$$qb = Kt \times V \times (\tau - \tau_c)$$

$$qb = 1 \times 5,077756 \times (6,9330 - 0,0275)$$

$$qb = 35,0643 \left(\frac{lb}{s}\right)/ft$$